

## 衝撃荷重に対する逆L字ロックシェットの安全性に関する一検討

長崎大学工学部 学生会員 杉町仁哉  
 長崎県土木部 非会員 椋尾 隆

長崎大学工学部 正会員 中村聖三  
 長崎県土木部 非会員 有吉正敏  
 長崎大学工学部 フェロ - 高橋和雄

### 1. まえがき

ロックシェットとは、鉄筋コンクリートや鋼材などで道路に屋根を被せて覆い、落石を屋根上で受け止めたり、谷側の安全な場所に導き、直接道路上に落下することを防ぐ落石防護工である。本研究では、地形的要因により崖崩れなどが懸念されている箇所に設置された実在する逆L字ロックシェットが、どの程度の崩落・落石による衝撃荷重に耐えられるかについて、3次元 FEM 解析により検討する。

### 2. 対象とする構造

本研究で対象とする構造は、実在するロックシェットの標準部を参考に設定した図 - 1 に示す擁壁、主梁部、柱部からなる逆L字ロックシェットであり、主梁部を解析対象とする。実構造では、主梁上部に敷砂緩衝材が設置され、擁壁部・柱部にはそれぞれ基礎が連なっているが、主梁のみの解析のため対象外とした。

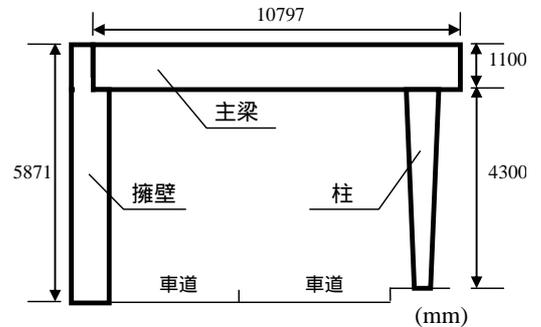


図 - 1 対象構造物側面図

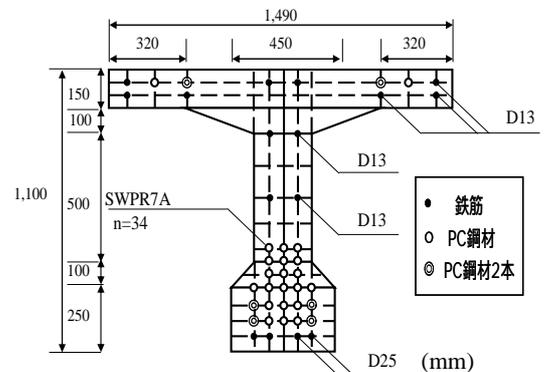


図 - 2 標準断面モデル・配筋図

### 3. 解析概要

今回対象とした主梁部は柱部との連結構造が複雑であるため、簡易的に標準断面が連続する単純はりモデルとした。標準断面モデルの寸法・配筋状況を図 - 2 に示す。

コンクリート・鉄筋・PC 鋼材それぞれの使用要素、ヤング係数およびポアソン比を表 - 1 に示した。コンクリートの設計基準強度は  $58.8\text{N/mm}^2$ 、PC 鋼材の緊張力は  $1.16 \times 10^5\text{N/本}$  である。それぞれの使用材料に仮定した応力 - ひずみ関係を図 - 3, 4, 5 に示す。

表 - 1 使用材料とそのモデル化

使用材料	使用要素	ヤング係数 ( $\text{N/mm}^2$ )	ポアソン比
コンクリート	8 節点ソリッド要素	34800	0.3
鉄筋 SD295A	2 節点トラス要素	200000	0.2
PC 鋼材 SWPR7A	2 節点トラス要素	200000	0.2

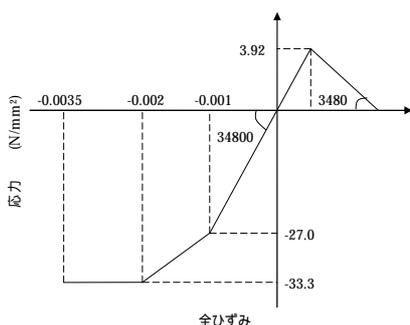


図 - 3 コンクリート

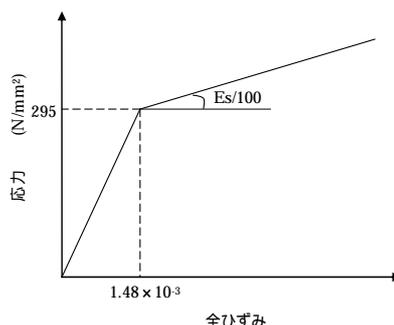


図 - 4 鉄筋 SD295A

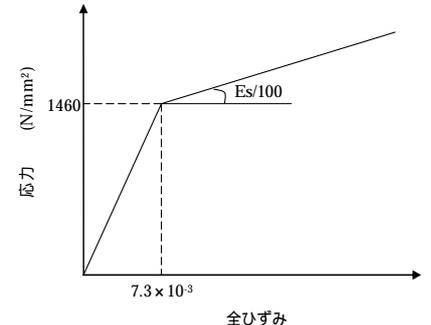


図 - 5 PC 鋼材 SWPR7A

境界条件は擁壁連結部をヒンジ支点，柱部との連結部をローラー支点とする．解析モデルを図 - 6 に示す．衝撃荷重は，敷砂緩衝材の効果を検討するため，図 - 6 に示す斜線範囲に等分布荷重として作用させ，単調に増加させる．

解析には汎用解析ソフトウェア MARC を用いる．

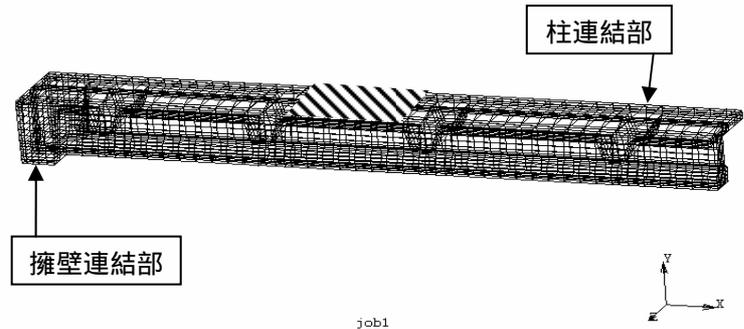


図 - 6 解析モデル

4. 解析結果と考察

解析結果の一例として，主梁中央の載荷点における載荷荷重 - 変位関係を図 - 7 に示す．初期段階で変位が負の値を示しているのは，PC 鋼材の緊張力によるものである．荷重が約 700kN に達したところで，変位は急激に増加している．また，主梁中央の鉛直下側のコンクリートの応力 - ひずみ関係を図 - 8 に示す．緊張力の影響で，鉛直上側にたわむので初期の挙動としては圧縮応力が働いた状態になっている．荷重の増加によってクラック発生応力となった後軟化し，応力を負担しなくなっている状況が確認できる．

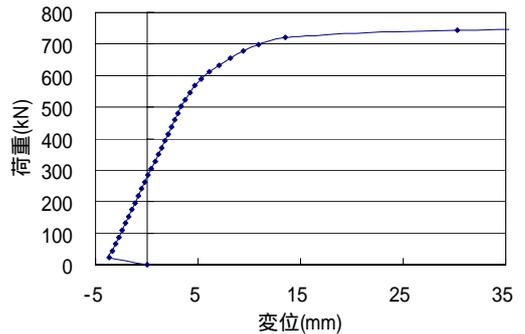


図 - 7 荷重 - 変位関係

落石によって発生する衝撃力の推定式の一つとして，式(1)がある<sup>1)</sup>．

$$P_{max} = 15.49W^{\frac{2}{3}}H^{\frac{3}{5}} \quad (1)$$

ここに， $W$  は落石重量(tf)， $H$  は落石高さ(m)である．この式は本来，緩衝材として良質な山砂を用い，落石重量が  $W=2tf$  程度までである場合に適用できるものであるが，参考のため落石重量に関する適用範囲を緩和し， $4tf$  までの重量に対して本解析で得られた最大荷重 700kN に対して落石高さを求めると，表 - 2 を得る．

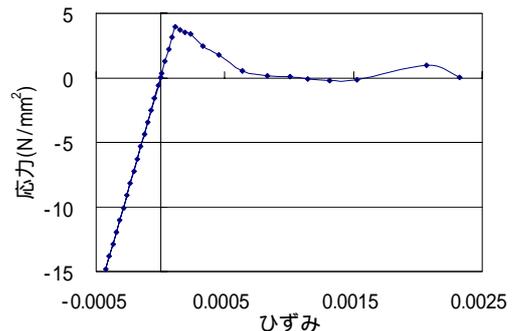


図 - 8 コンクリートの応力 - ひずみ関係

5. まとめ

本解析では，対象としたロックシェッドは載荷荷重 700kN 程度で破壊したが，逆 L 字形構造の主梁部 1 本のみを単純ばりとしてモデル化しているため，実構造ではさらに高い強度が期待される．

今後，より精度の高い強度予測を行うために，柱部まで考慮した逆 L 字型のモデルによる解析・検討を行う必要がある．また，対象構造物の衝撃荷重作用時の挙動を厳密に見るための動的解析を行う一方，斜面の崩落解析等により想定される落石の重量，高さ等を推定することも必要であると考えられる．

表 - 2 限界落下高さの算定

重量(tf)	落下高さ(m)
1	12.8
2	5.9
3	3.8
4	2.7

参考文献

1) 土木学会 構造工学委員会：ロックシェッドの耐衝撃設計，全 270 頁，1998.11